

DT06 Rec'd PCT/PTO 03 MAR 2005

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of	)	
Uwe Gorges et al.	)	Group Art Unit:
Application No.: Unassigned	)	Examiner:
Filed: March 3, 2005	)	Confirmation No.:
For: ULTRASONIC STANDING WAVE	)	
SPRAYING ARRANGEMENT	)	
	)	
	)	

## SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country:	Germany
Patent Application No.:	102 52 437.8
Filed:	November 12, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said foreign application. Said prior foreign application is referred to in the oath or declaration and/or the Application Data Sheet. Acknowledgement of receipt of this certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER &amp; MATHIS, L.L.P.

Date: March 3, 2005

By:   
Patrick C. Keane  
Registration No. 32,858

P.O. Box 1404  
Alexandria, Virginia 22313-1404  
(703) 836-6620

DT06 Rec'd PCT/PTO 03 MAR 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 52 437.8  
**Anmeldetag:** 12. November 2002  
**Anmelder/Inhaber:** ABB Patent GmbH, 68526 Ladenburg/DE  
**Bezeichnung:** Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung  
**IPC:** B 05 B 17/06

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 28. Oktober 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

Schäfer

ABB Patent GmbH

Ladenburg

Mp.-Nr. 02/639

7. November 2002

PAT 5-Bi/Eh

### Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung zur Erzeugung eines Lack-Sprühnnebels zum Lackieren eines Werkstücks mit einer Sonotrode, mit einem der Sonotrode gegenüberliegend angeordneten Bauelement, wobei im Betriebsfall im Zwischenraum zwischen Sonotrode und Bauelement ein stehendes Ultraschallfeld ausgebildet ist, und mit einer Lackzufuhrvorrichtung, mittels der Lack in den Nahbereich eines Maximums der Schallschnelle des Ultraschallfeldes zuführbar ist.

Zum Lackieren von Werkstücken, insbesondere bei Massenglackierungen wie sie in der Automobilindustrie häufig vorkommen, werden derzeit vorzugsweise die allgemein bekannten Hochrotationszerstäuber eingesetzt. Bei der Hochrotationszerstäubung wird der Lack durch das Innere einer Metallglocke geleitet und gelangt derart auf deren zum Werkstück weisende Frontseite. Die Metallglocke wird üblicherweise von einer Druckluftturbine angetrieben und rotiert mit bis zu 80.000 Umdrehungen pro Minute. Durch die dabei wirkenden Fliehkräfte gelangt der Lack dann an die Glockenkante der Frontseite, um dort in feinen Tröpfchen abzureißen. Auf diese Weise wird erreicht, dass die für eine ausreichende Qualität einer Lackschicht geforderte Tröpfchengröße des Lacksprühnnebels im Bereich von 10 µm bis 60 µm liegt.

Allgemein bekannt gewordene, grundsätzliche Überlegungen zeigen, dass Lack auch mittels einer Ultraschall-Stehwellen-Zerstäubung prinzipiell zerstäubt werden kann. Diesen prinzipiellen Erwägungen folgend, wurden jedoch durchschnittliche Tropfengrößen bei der Zerstäubung zwischen 100 µm und 200 µm gemessen, wobei im Einzelfall noch größere Tropfen vorkommen. Derartig große Tropfen beeinflussen jedoch die Qualität der Lackschicht derartig negativ, dass ein Einsatz in der Lackiertechnik unattraktiv ist.

Es ist vorgeschlagen worden, wie eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung zur Erzeugung eines Lacksprühnebels zum Lackieren eines Werkstückes ausgestaltet sein kann, um kleinere Tröpfchengrößen zu erreichen. So sind zum Beispiel bestimmte Ausgestaltungen der Sonotrode und des Bauelements, Sperrelemente oder auch Lamellenringe bekannt geworden, welche die Qualität des erzeugten Lacksprühnebels verbessern und somit vergleichsweise kleine Tröpfchengrößen erreicht werden können. Nachteilig dabei ist es, dass nur vergleichsweise kleine Förderraten an Lack durch die bekannt gewordene Anordnung zerstäubt werden können.

Ausgehend von diesem Stand der Technik, ist es die Aufgabe der Erfindung, eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung zur Erzeugung eines Lacksprühnebels anzugeben, mit der es möglich ist, die zerstäubte Lackmenge, also die sogenannte Lackrate zu erhöhen und dabei einen ausgewählten Bereich an vorkommenden Tröpfchengrößen einzuhalten.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die erfindungsgemäße Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung zur Erzeugung eines Lacksprühnebels zum Lackieren eines Werkstückes mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen.

Demnach hat die erfindungsgemäße Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung der eingangs genannten Art eine Lackzufuhrvorrichtung, die im Bereich des stehenden Ultraschallfeldes wenigstens zwei Rohrstücke zur Ausbringung von Lack hat. Zudem sind wenigstens zwei der Rohrstücke im Bereich eines ausgewählten Maximums der Schallschnelle des stehenden Ultraschallfeldes angeordnet. Erfindungsgemäß ist es also vorgesehen, dass ein ausgewähltes Maximum der Schallschnelle einer stehenden Ultraschallwelle dazu benutzt wird, eine vergleichsweise große

Menge an Lack zu Lacktröpfchen zu zerstäuben. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass insbesondere bei einfach aufgebauten Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnungen häufig ein ausgewähltes Maximum der Schallschnelle besonders gut ausgebildet ist im stehenden Ultraschallfeld, zum Beispiel bei stehenden Ultraschallfeldern mit einer ungeraden Anzahl von Schallschnellebäuchen, der mittlere Schallschnellebauch. Das heißt, dass dieses Maximum besonders stabil ist, bei einer vergleichsweise hohen Schallschnelle. Diese besonders gute Zerstäubungseigenschaften des ausgewählten Maximums wird erfindungsgemäß zur Steigerung der zu zerstäubenden Lackmenge beziehungsweise des Lackdurchflusses durch die Lackzufuhrvorrichtung eingesetzt und vorgesehen, dass wenigstens zwei Rohrstücke zur Ausbringung von Lack im Bereich des ausgewählten Maximums angeordnet sind. Somit ist die zu zerstäubende Lackmenge in vorteilhafterweise erhöhbar. Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung ist erreicht, wenn das Bauelement eine weitere Sonotrode ist. Auf diese Weise kann die Zerstäubungsfähigkeit des stehenden Ultraschallfeldes gesteigert werden. Zudem ist derart ein stabileres Ultraschallfeld ausbildbar.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes sieht vor, dass der Abstand der Rohrstücke im Bereich des ausgewählten Maximums zueinander so groß ist, dass für jedes Rohrstück voneinander getrennte Lacklamellen ausgebildet sind. Eine Lacklamelle bildet sich ausgehend vom Lackaustrittspunkt an den Rohrstücken aus schwingungsphysikalischen Gründen jedenfalls aus. Ist der Abstand zwischen den Rohrstücken so groß gewählt, dass die Lacklamellen sich ohne gegenseitige Beeinflussungen getrennt voneinander ausbilden können, ist jedenfalls ein Bereich vermieden bei dem sich Tröpfchen von verschiedenen Lacklamellen treffen und derart zu größeren Tröpfchen rekombinieren können. Die Qualität des Lacksprühnebel wird mit der vorgeschlagenen Anordnung verbessert.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn durch die Lackaustrittsöffnungen der wenigstens zwei Rohrstücke im Bereich des ausgewählten Maximums der Schallschnelle einer stehenden Ultraschallwelle auf einer geraden Linie angeordnet sind, und wenn die gerade Linie senkrecht auf einer gedachten Mittellinie steht, die durch die Flächenmittelpunkte der sich gegenüberliegenden Schallflächen der Sonotrode und des Bauelements geht. Bei einer derartigen Anordnung wird der Abstand zwischen den

Lackaustrittspunkten an den Rohrstücken und der Sonotrode beziehungsweise dem Bauelement jeweils in etwa gleich groß sein. Eine besonders vorteilhafte Lage in X-Richtung gesehen im Bereich des Maximums der Schallschnelle ist erreicht.

Der vorstehend genannte Vorteil kann auch erreicht werden, wenn drei Rohrstücke im Bereich eines ausgewählten Maximums der Schallschnelle einer stehenden Ultraschallwelle angeordnet, und wenn diese Rohrstücke beziehungsweise deren Lackaustrittsöffnungen in einem Dreieck angeordnet sind. Besonders günstig ist eine Anordnung in einem gleichseitigen Dreieck. Eine weitere Verbesserung ist es, wenn diejenige Fläche, die durch das Dreieck bestimmt ist, senkrecht auf einer gedachten Mittellinie steht, die durch die Flächenmittelpunkte der sich gegenüberliegenden Schallflächen der Sonotrode und des Bauelements geht. Auch in diesem Fall ist wiederum erreicht, dass die Lackaustrittsöffnungen in X-Richtung gesehen im Bereich des Maximums der Schallschnelle gelegen sind.

Es hat sich auch herausgestellt, dass der Zerstäubungsvorgang beziehungsweise die Zerstäubungsrate verbessert werden kann, indem das bestimmte Maximum so gewählt wird, dass es näher an der Sonotrode als an dem Bauelement liegt. Dann besteht die Möglichkeit, dass der sogenannte Kapilarwellenstäubungseffekt, also derjenige Effekt, der durch die Schwingungen der Sonotrode die Lacktröpfchen von dieser fern hält und derart den Zerstäubungsprozess unterstützt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

Anhand den in den Zeichnungen angegebenen Ausführungsbeispielen sollen die Erfindung, ihre Vorteile sowie weitere Verbesserungen der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

- Fig. 1        Eine erste Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung,
- Fig. 2        eine zweite Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung,
- Fig. 3        eine dritte Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung,


- Fig. 4 eine vierte Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung,  
Fig. 5 eine fünfte Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung und  
Fig. 6 eine sechste Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung.


Fig. 1 zeigt eine erste erfindungsgemäße Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 10 in einer isometrischen Darstellung. Die Koordinaten sind durch die Richtungspfeile für die X-, Y- und Z-Richtung in einem kartesischen Koordinatensystem angedeutet. Zudem soll die Darstellung nur skizzenhaften Charakter haben, so dass die tatsächlichen Größenverhältnisse dieser Figur nicht entnehmbar sind.

Eine erste Sonotrode 12 ist einem ersten Reflektionskörper 14 gegenüberliegend angeordnet. In dieser Figur ist die Sonotrode 12 skizzenhaft durch einen zylindrischen Grundkörper 16 sowie einen Schallkörper 18 dargestellt, der aus der zum ersten Reflektionskörper 14 weisenden Stirnseite des zylindrischen Grundkörpers 16 herausragt. Der Schallkörper 18 und der Grundkörper 16 haben eine in etwa zylinderförmige Gestalt. Die sich gegenüberliegenden Stirnflächen des Schallkörpers 18 sowie des ersten Reflektionskörpers 14 sollen als erste Schallfläche 20 für die Stirnfläche am Schallkörper 18 sowie als zweite Schallfläche 22 für die Stirnseite am ersten Reflektionskörper 14, bezeichnet werden. Die erste 20 beziehungsweise die zweite Schallfläche 22 sind konkav ausgestaltet, das heißt, dass ihre Gestalt in etwa einem Abschnitt der Oberfläche einer gedachten Hohlkugel entspricht. Um diese Gestalt zu verdeutlichen, wurde auf die erste Schallfläche 20 eine erste punktierte Linie 24 sowie eine zweite punktierte Linie 26 eingezeichnet. Der Schnittpunkt zwischen der ersten 24 und der zweiten Linie 26 liegt genau mittig auf der ersten Schallfläche 20. Der ersten 24 beziehungsweise der zweiten Linie 26 entsprechende Linien sind auch auf der zweiten Schallfläche 22 gezeigt, ohne jedoch näher mit Bezugszeichen versehen zu sein. Durch die Schnittpunkte der ersten 24 mit der zweiten Linie 26 sowie den entsprechenden Linien der zweiten Schallfläche 22 ist noch eine Mittelachse 28 gezeigt, die genau in X-Koordinatenrichtung verläuft.

In dem Zwischenraum zwischen der ersten Schallfläche 20 und der zweiten Schallfläche 22 ist ein erstes 30, ein zweites 31 sowie ein drittes Rohrstück 32 gezeigt, deren freie Enden genau mittig zwischen den Schallflächen 20, 22 angeordnet sind. Das heißt, dass die Rohrstücke 30, 31, 32 nebeneinander angeordnet sind, wobei

die freien Enden alle in einer Ebene liegen, die durch die Mittelachse 28 sowie der zweiten Linie 26 definiert ist. Zudem sind alle freien Enden mit einer gedachten geraden Linie verbindbar. Die Längsachsen der Rohrstücke 30, 31, 32 sind parallel zur Y-Richtung angeordnet und mit ihren den Enden gegenüberliegenden Enden mit einer in dieser Figur nicht näher dargestellten Lackzuführeinrichtung 29 verbunden, die den durch die erste Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 10 zu zerstäuben- den Lack in der erforderlichen Menge zur Verfügung stellt. Es ist aber auch innerhalb des Erfindungsgedankens, wenn jedes der Rohrstücke 30, 31, 32 mit jeweils einer separaten Lackzuführeinrichtung 29 verbunden ist. Dies soll jedenfalls auch mit der hier beschriebenen Lackzuführeinrichtung 29 gemeint sein.

 Das andere Ende der Rohrstücke 30, 31, 32 endet also sozusagen im „freien Raum“, ohne dass die Verbindung mit der Lackzuführeinrichtung 29 dargestellt wäre.

 Um die Vorgänge im stehenden Ultraschallfeld zwischen der ersten Schallfläche 20 und der zweiten Schallfläche 22 besser aufzeigen zu können, wurden im Zwischenraum die Verläufe von fünf Schallschnellebäuchen der stehenden Ultraschallwelle gezeigt, wobei die Verläufe um die Mittelachse 28, und zwar in der durch die X- und Y-Richtung aufgespannten Ebene, dargestellt sind. In dem gewählten Beispiel ist ein erster Abstand 34 zwischen der ersten Schallfläche 20 und den Rohrstücken 30, 31, 32 sowie ein zweiter Abstand 36 zwischen den Rohrstücken 30, 31, 32 und der zweiten Schallfläche 22 gleich groß. Somit ist klar, dass die betreffenden freien Enden der Rohrstücke 30, 31, 32 alle in nur einem Maximum der Schallschnelle, nämlich in dem mittleren der fünf Schallschnellebäuche gelegen sind. In der für diese Anordnung gewählten Ausgestaltung der ersten Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 10 ergibt sich für eine Ultraschallfrequenz von 24 kHz sowie fünf Schallschnellebäuchen ein erster 34 beziehungsweise ein zweiter Abstand 36 von 17 mm. Das heißt, dass für Reinigungs- oder Lenkluft, die eventuell zur Unterstützung des Zerstäubungsprozesses beziehungsweise zur Lenkung der Lackpartikel eingesetzt werden, ausreichend Raum zur Verfügung steht. Mit einer derartigen Anordnung von drei Rohrstücken 30, 31, 32 in nur einem Schallschnellebauch, also im Bereich eines Maximums an Schallschnelle ist vorteilhafterweise also erreicht, dass besonders hohe Lackraten, insbesondere Lackraten von mehr als 200 ml/min ohne weiteres erreichbar sind. Zudem ist sichergestellt, dass dabei die Verteilung der Durchmesser



der Lacktropfen des zerstäubten Lackes in einem akzeptablen Bereich bleiben. Der Zerstäubungsvorgang ist in dieser Figur nur symbolisch an den jeweiligen freien Enden der Rohrstücke 30, 31, 32 dargestellt, in dem um eine übertrieben groß dargestellte Zerstäubungsblase viele kleine Lackpartikelchen dargestellt sind.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 40, die im wesentlichen die gleichen Bauelemente wie die erste Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 10 aufweisen soll, weshalb auch die Bezugszeichen für gleichartige Bauteile gleich gewählt wurden. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der ersten 10 und der zweiten Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 40 besteht darin, dass die Anordnung der Rohrstücke 30, 31, 32 im Unterschied zu der in Fig. 1 gezeigten Anordnung nicht mehr mittig zwischen den Schallkörpern 18 und den ersten Reflektionskörper erfolgt, sondern näher zum Schallkörper 18. Die Anordnung der Rohrstücke 30, 31, 32 ist so gewählt, dass deren Lackaustrittsöffnungen wiederum in einem ausgewählten Maximum an Schallschnelle der stehenden Ultraschallwelle zu liegen kommt, und zwar im zweiten gezeigten Maximum, vom Schallkörper 18 aus gesehen. Das heißt also, dass ein dritter Abstand 38 zwischen dem Schallkörper 18 und den Rohrstücken 30, 31, 32 kleiner ist als ein vierter Abstand 39, der sich bestimmt als Abstand zwischen den Rohrstücken 30, 31, 32 und dem ersten Reflektionskörper 14. Bei der hier gezeigten Anordnung erweist es sich als Vorteil, dass die Rohrstücke 30, 31, 32 näher zur ersten Sonotrode 12 liegen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die Schwingungen des Schallkörpers 18 der ersten Sonotrode 12 die zerstäubten Lacktröpfchen durch die Schwingung des Schallkörpers 18 selbst vergleichsweise gut davon abhalten, an der Sonotrode zu haften. Oder anders ausgedrückt, die Schwingungen des Schallkörpers 18 halten die Lacktröpfchen von diesem fern.

Darüber hinaus soll die Darstellung der Rohrstücke 30, 31, 32 und den dargestellten Zerstäubungsblasen mit den zerstäubten Lackpartikelchen zeigen, dass der Abstand der Rohrstücke 30, 31, 32 zueinander so gewählt ist, dass sich an den freien Enden der Rohrstücke 30, 31, 32 jeweils unabhängig voneinander arbeitende Zerstäubungsbereiche ausbilden, also dass für jedes Rohrstück 30, 31, 32 voneinander getrennte Lacklamellen ausgebildet sind. Das hat den Vorteil, dass die Bereiche, in denen der ausgetragene Lack zu Partikelchen zerstäubt wird, sich nicht gegenseitig

stören. Somit wird der Zerstäubungsvorgang verbessert und eine vergleichsweise hohe Zerstäubungsrate erzielt.

Fig. 3 zeigt eine weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeit des Erfindungsgegenstandes mit einer dritten Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 50, die im wesentlichen ähnlich aufgebaut ist, wie die erste Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 10. Zur Vereinfachung der Vergleichbarkeit zwischen den verwendeten Bauteilen, wurden daher für vergleichbare Bauteile wiederum die gleichen Bezugszeichen verwendet.

Einen wesentlichen Unterschied zwischen der Anordnung in dieser Figur und der in Fig. 1 besteht darin, dass in dieser Figur ein viertes 42, ein fünftes 43 sowie ein sechstes Rohrstück 44 genau mittig zwischen dem Schallkörper 18 und dem ersten Reflektionskörper 14 angeordnet sind. Die entsprechenden Lackaustrittsöffnungen der Rohrstücke 42, 43, 44 sind demgemäß zwar wiederum im Bereich des mittleren Maximums an Schallschnelle angeordnet, jedoch liegen die Lackaustrittsöffnungen nicht mehr in der von der X-, Z-Richtung aufgespannten Ebene, sondern das mittlere fünfte Rohrstück 43 liegt in positiver Y-Richtung, oberhalb der von der X-, Z-Richtung aufgespannten Ebene, während das vierte 42 und das sechste Rohrstück 44 unterhalb der von der X-, Z-Richtung aufgespannten Ebene liegen. Alle drei Lackaustrittsöffnungen liegen jedoch weiterhin gemeinsam in einer zur von der Y-, Z-Richtung aufgespannten Ebene parallelen Ebene. Die drei Lackaustrittsöffnungen bilden also sozusagen ein gedachtes Dreieck, das in einer der von der Y-, Z- Richtung aufgespannten Ebene parallelen Ebene gelegen ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, dass der Abstand zwischen den Lackaustrittsöffnungen weiter erhöht werden kann, ohne dabei das gewählte eine Maximum der Schallschnelle zu verlassen. Auf diese Weise kann die Zerstäubung weiter verbessert werden und gleichzeitig auch die Lackrate erhöht werden.

Fig. 4 zeigt eine vierte Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 60 mit einem zweiten Reflektionskörper 46, der einer zweiten Sonotrode 48 gegenüberliegend angeordnet ist. Drei erste Lackröhrchen 52 sind wiederum mittig zwischen dem zweiten Reflektionskörper 46 und der zweiten Sonotrode 48 angeordnet. Ähnlich wie in Fig. 1 schon gezeigt, sind die Lackaustrittsöffnungen der ersten Lackröhrchen 52 entlang

einer gedachten Linie in Z-Richtung ausgerichtet. Eine Besonderheit der gezeigten Anordnung liegt darin, dass ein zweiter Schallkörper 54 an der zweiten Sonotrode 48 sowie der zweite Reflektionskörper 46 in etwa eine quaderförmige Gestalt haben, wobei die sich gegenüberliegenden Schallflächen des zweiten Schallkörpers 54 und des zweiten Reflektionskörpers 46, nämlich die dritte Schallfläche 56 am zweiten Schallkörper 54 und die vierte Schallfläche 48 am zweiten Reflektionskörper 46, eine Gestalt aufweisen, die einem Mantelabschnitt eines zylindrischen Körpers entspricht. Dabei erweist es sich als Vorteil, wenn die gedachte Mittelachse des zylindrischen Körpers parallel zu derjenigen Linie 62 verläuft, die durch die Lackaustrittsöffnungen der ersten Lackröhrchen 52 läuft. Die Projektionen 64 der Mittelachse des gedachten Zylinders auf der dritten 56 beziehungsweise auf der vierten Schallfläche 58 sind als punktierte Linien eingezeichnet. Mit einer derartigen Anordnung ist erreicht, dass das Maximum der Schallschnelle im stehenden Ultraschallfeld möglichst breit ist, also eine möglichst weite Ausdehnung in Richtung der Linie 62 aufweist, die hier mit der Z-Richtung zusammenfällt.

Eine fünfte Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 70 ist in Fig. 5 gezeigt. Dabei ist die gezeigte Anordnung ähnlich zu derjenigen aus Fig. 4, so dass die zweiten Lackröhrchen 52 wiederum mittig zwischen einer fünften Schallfläche 66 sowie einer sechsten Schallfläche 68 angeordnet sind. Im Unterschied zu den in Fig. 4 gezeigten Schallflächen sind die fünfte 66 und die sechste Schallfläche 68 aus ebenen Teilflächen zusammengesetzt, deren Gestalt jedoch derjenigen eines Mantelabschnitts eines zylindrischen Körpers nachgebildet ist. Auch auf diese Weise wird ebenfalls eine Verbreiterung des Bereichs der maximalen Schallschnelle im stehenden Ultraschallfeld erreicht.

Schließlich zeigt Fig. 6 eine sechste Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung, die ausgeht von der Anordnung der ersten Sonotrode 12 mit dem ersten Reflektionskörper 14, wie sie in der Fig. 1 gezeigt ist. Die Bezugszeichen wurden entsprechend aus der Fig. 1 übernommen. Dabei sind drei zweite Lackröhrchen 72 entsprechend der Rohrstücke 30, 31, 32, wie dies in der Fig. 1 gezeigt ist, angeordnet, haben also einen gleichen Abstand zur Sonotrode 12 und zum ersten Reflektionskörper 14, was hier durch das Einzeichnen des zweiten Abstands 36 gezeigt ist. Zudem sind in dieser Figur drei dritte Lackröhrchen 74 gezeigt, die in derjenigen Position gezeigt

sind, die der Position der Rohrstücke 30, 31, 32 in der Fig. 2 entsprechen. Das heißt, dass deren Abstand zwischen den dritten Lackröhrchen 74 und dem Schallkörper 18 dem dritten Abstand 38 gemäß Fig. 2 entspricht. Dies ist entsprechend in dieser Figur eingezeichnet. In dieser Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes ist also vorgesehen, dass insgesamt sechs Lackröhrchen 72, 74 zwischen der ersten Sonotrode 12 und dem ersten Reflektionskörper 14 angeordnet sind, und zwar jeweils in zwei Gruppen von jeweils drei Lackröhrchen 72, 74, so dass jeweils drei Lackröhrchen 74 ausgehend vom Schallkörper 18 im zweiten Maximum der Schallschnelle sowie drei Lackröhrchen 72 im dritten Maximum und damit über dem Maximum an Schallschnelle angeordnet sind. Mit einer derartigen Anordnung kann die Rate der Lackzerstäubung noch weiter gesteigert werden.

In keinem der vorstehend genannten Beispielanordnungen wurde im Detail gezeigt, welche weiteren Maßnahmen sich günstig auf die Zerstäubung beziehungsweise auf den Lackierprozess als solches auswirken können. So kann beispielsweise Reinigungsluft in der allgemein bekannten Weise dafür eingesetzt werden, dass ein Anhaften von zerstäubtem Lack an der Sonotrode oder an den Reflektionskörper im wesentlichen vermieden wird. Darüber hinaus ist Lenkluft dazu einsetzbar, dass die zerstäubten Lackpartikel vorzugsweise in die gewünschte Richtung der Lackierung fliegen. Der Prozess des gerichteten Lackierens kann auch dadurch unterstützt werden, dass die Lackpartikel elektrostatisch aufgeladen werden. Diese Aufladung kann in allgemein bekannter Weise intern, das heißt mit auf Hochspannungspotential befindlichen zugeführten Lack erreicht werden, oder durch die sogenannte externe Aufladung, welche üblicherweise den zerstäubten Lack durch hochspannungsführende Nadeln, die im Nahbereich der Zerstäubungsstelle angeordnet sind, aufladen. Das zu lackierende Werkstück ist üblicherweise dann auf Erdpotential gelegt, so dass die elektrisch aufgeladenen Lackpartikelchen vorzugsweise zum Werkstück fliegen. Auch eine Kombination von interner und externer Aufladung ist ohne weiteres möglich.

Im übrigen ist es ohne weiteres denkbar, dass der Reflektionskörper eine weitere Sonotrode ist, mit dem besonderen Vorteil, dass das stehende Ultraschallfeld besonders stark ausgebildet werden kann. Zudem ist mit einer derartigen Maßnahme die Regelbarkeit des Ultraschallfeldes verbessert.

Patentansprüche

1. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) zur Erzeugung eines Lack-Sprühnebels zum Lackieren eines Werkstückes mit einer Sonotrode (12, 48); mit einem der Sonotrode (12, 48) gegenüberliegend angeordneten Bauelement (14), wobei im Betriebsfall im Zwischenraum zwischen Sonotrode (12, 48) und Bauelement (14) ein stehendes Ultraschallfeld ausgebildet ist, und mit einer Lackzufuhrvorrichtung (29), mittels der Lack in den Nahbereich eines Maximums der Schallschnelle des Ultraschallfeldes zuführbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lackzufuhrvorrichtung (29) im Bereich des stehenden Ultraschallfeldes wenigstens zwei Rohrstücke (30, 31, 32; 42, 43, 44) zur Ausbringung von Lack hat, und daß wenigstens zwei der Rohrstücke (30, 31, 32; 42, 43, 44) im Bereich eines ausgewählten Maximums der Schallschnelle des stehenden Ultraschallfeldes angeordnet sind.

2. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement (14) eine weitere Sonotrode ist.

3. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Rohrstücke (30, 31, 32; 42, 43, 44) im Bereich des ausgewählten Maximums zueinander so groß ist, daß für jedes Rohrstück (30, 31, 32; 42, 43, 44) voneinander getrennte Lacklamellen ausgebildet sind.

4. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Lackaustrittsöffnungen der wenigstens zwei der Rohrstücke (30, 31, 32; 42, 43, 44) im Bereich des ausgewählten Maximums der Schallschnelle einer stehenden Ultraschallwelle auf einer gedachten geraden Linie angeordnet sind, und daß die gerade Linie senkrecht auf einer gedachten Mittellinie steht, die durch die Flächenmittelpunkte

te der sich gegenüberliegenden Schallflächen (20, 22, 56, 58) der Sonotrode (12, 48) und des Bauelements (14, 46) geht.

5. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Form der Schallflächen (66, 68) in etwa einem mit Polyederflächen nachgebildetem Mantelsegment eines Zylinders entspricht oder das Mantelsegment zylinderförmig ist, und daß die Längsachse des betreffenden Zylinders parallel zur geraden Linie (24, 26, 62) gelegen ist.

6. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß drei Rohrstücke (30, 31, 32; 42, 43, 44) im Bereich eines ausgewählten Maximums der Schallschnelle einer stehenden Ultraschallwelle angeordnet, und daß diese Rohrstücke (30, 31, 32; 42, 43, 44) beziehungsweise deren Lackaustrittsöffnungen in einem Dreieck, insbesondere einem gleichseitigen Dreieck, angeordnet sind.

7. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß diejenige Fläche, die durch das Dreieck bestimmt ist, senkrecht auf einer gedachten Mittellinie steht, die durch die Flächenmittelpunkte der sich gegenüberliegenden Schallflächen (20, 22, 56, 58, 66, 68) der Sonotrode (12, 48) und des Bauelements (14, 46) geht.

8. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den wenigstens zwei im Bereich eines ausgewählten Maximums der Schallschnelle einer stehenden Ultraschallwelle angeordneten Rohrstücken (30, 31, 32; 42, 43, 44) und der Sonotrode (12, 48) höchstens gleich groß ist wie der Abstand zwischen diesen Rohrstücken (30, 31, 32; 42, 43, 44) und dem Bauelement (14, 46).

9. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei Rohrstücke (30, 31, 32; 42, 43, 44) mit einer hydrophoben Oberfläche, insbesondere einer Tetrafluoräthylenbeschichtung, versehen sind.

10. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Reinigungs-luftströmung vorhanden ist, durch die eine Benetzung der Sonotrode (12, 48) und / oder des Bauelements (14, 46) zu vermeiden beziehungsweise zu verringern.

11. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lenkluftströmung vorhanden ist, durch welche die Flugrichtung des Lack-Sprühnebels beeinflussbar ist.

12. Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung (10, 40, 50, 60, 70, 80) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Aufladevorrichtung zur Innen- und / oder Außenaufladung vorhanden ist, durch welche der Lack beziehungsweise die zerstäubten Lackpartikel elektrostatisch aufladbar ist beziehungsweise sind.

## Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung 10, 40, 50, 60, 70, 80 zur Erzeugung eines Lack-Sprühnebels zum Lackieren eines Werkstückes mit einer Sonotrode 12, 48 und mit einem der Sonotrode 12, 48 gegenüberliegend angeordneten Bauelement 14, 46. Im Betriebsfall ist im Zwischenraum zwischen Sonotrode 12, 48 und Bauelement ein stehendes Ultraschallfeld ausgebildet. Es ist eine Lackzufuhrvorrichtung 29 vorgesehen, mittels der Lack in den Nahbereich eines Maximums der Schallschnelle des Ultraschallfeldes zuführbar ist. Die Lackzufuhrvorrichtung im Bereich des stehenden Ultraschallfeldes hat wenigstens zwei Rohrstücke 30, 31, 32; 42, 43, 44 zur Ausbringung von Lack, wobei wenigstens zwei der Rohrstücke 30, 31, 32; 42, 43, 44 im Bereich eines ausgewählten Maximums der Schallschnelle des Ultraschallfeldes angeordnet sind.

Signifikante Fig.: Fig.1



Bezugszeichenliste

10	erste Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung
12	erste Sonotrode
14	erster Reflektionskörper
16	Grundkörper
18	erster Schallkörper
20	erste Schallfläche
22	zweite Schallfläche
24	erste Linie
26	zweite Linie
28	Mittelachse
30	erstes Rohrstück
31	zweites Rohrstück
32	drittes Rohrstück
34	erster Abstand
36	zweiter Abstand
38	dritter Abstand
39	vierter Abstand
40	zweite Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung
42	viertes Rohrstück
43	fünftes Rohrstück
44	sechstes Rohrstück
46	zweiter Reflektionskörper
48	zweite Sonotrode
50	dritte Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung
52	erste Lackröhrchen
54	zweiter Schallkörper
56	dritte Schallfläche
58	vierte Schallfläche
60	vierte Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung

62	Linie
64	Projektionen
66	fünfte Schallfläche
68	sechste Schallfläche
70	fünfte Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung
72	zweite Lackröhrchen
74	dritte Lackröhrchen
80	sechste Ultraschall-Stehwellen-Zerstäuberanordnung

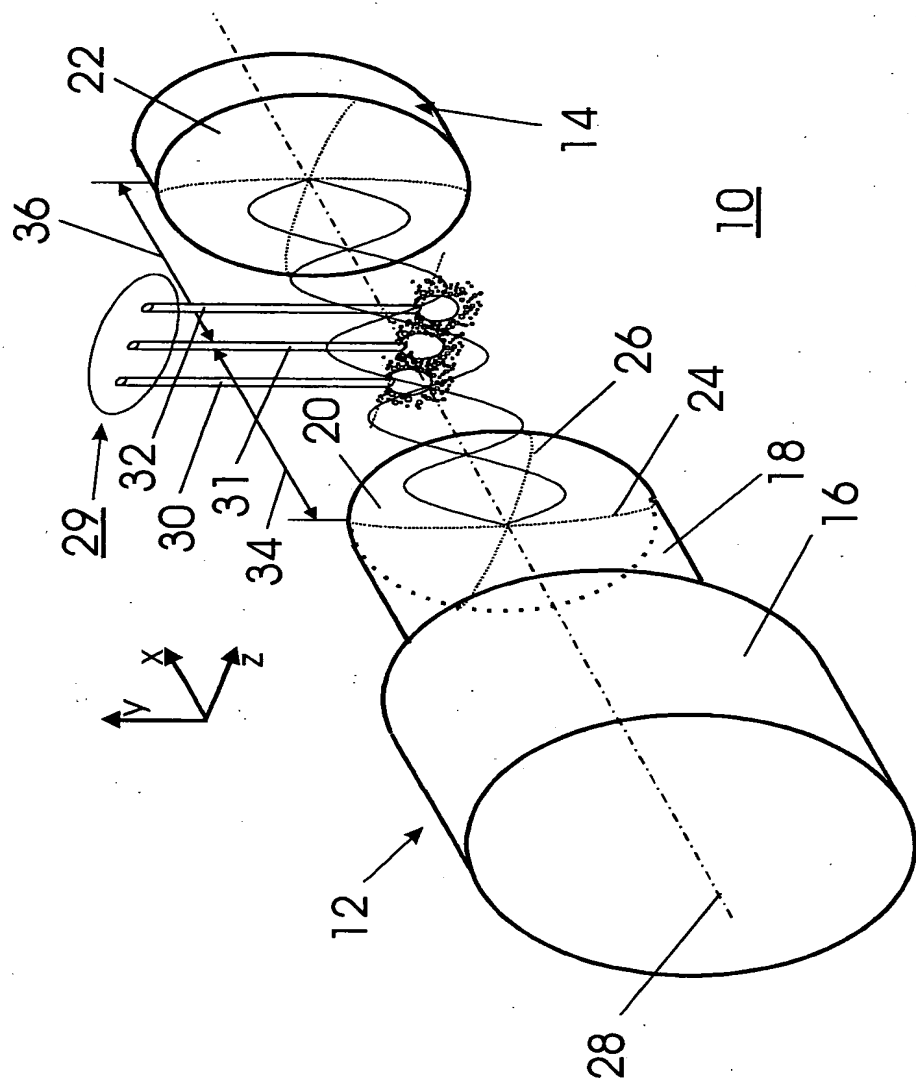


Fig. 1

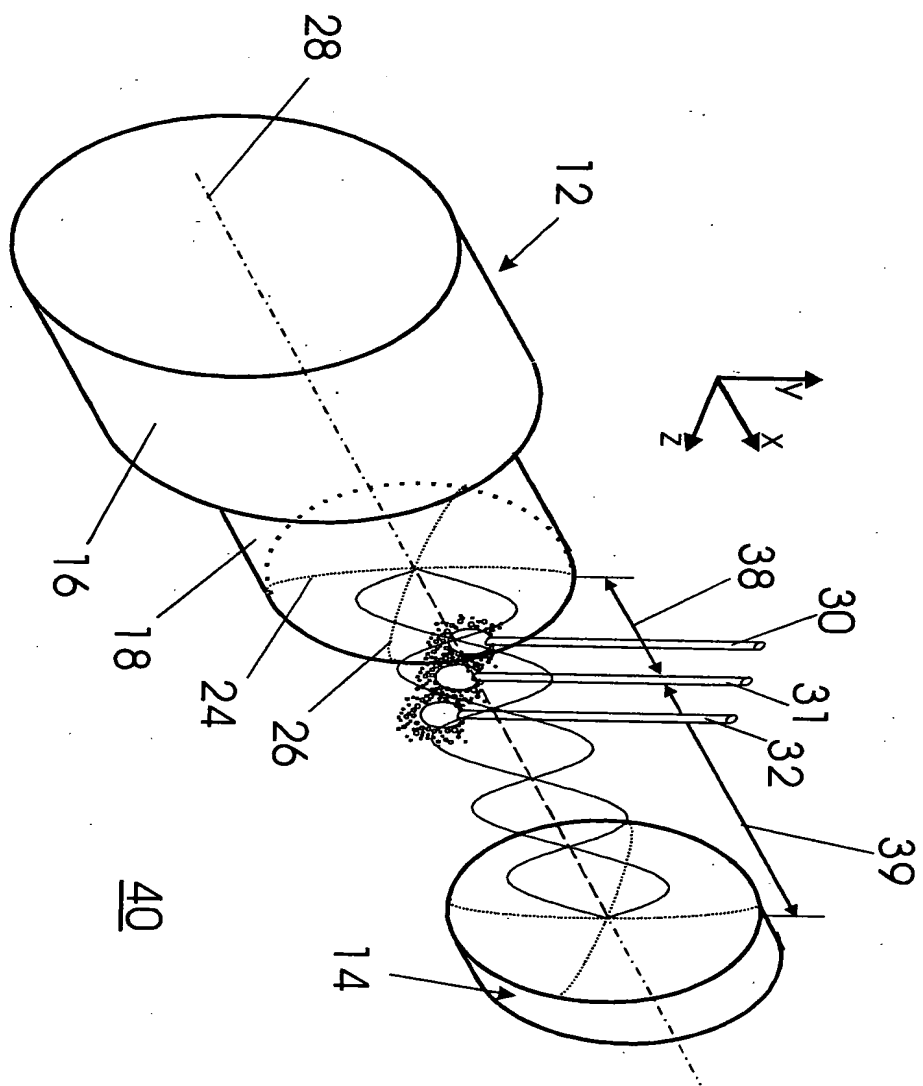


Fig. 2

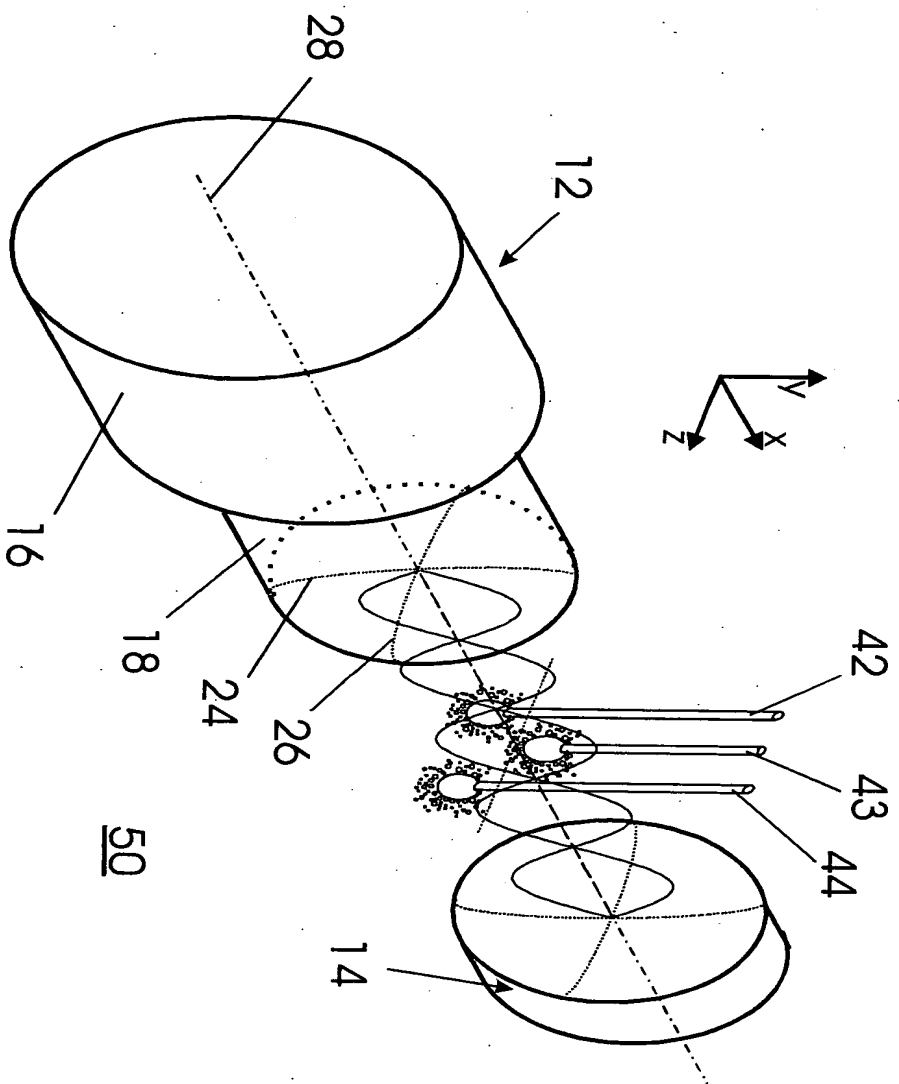


Fig. 3

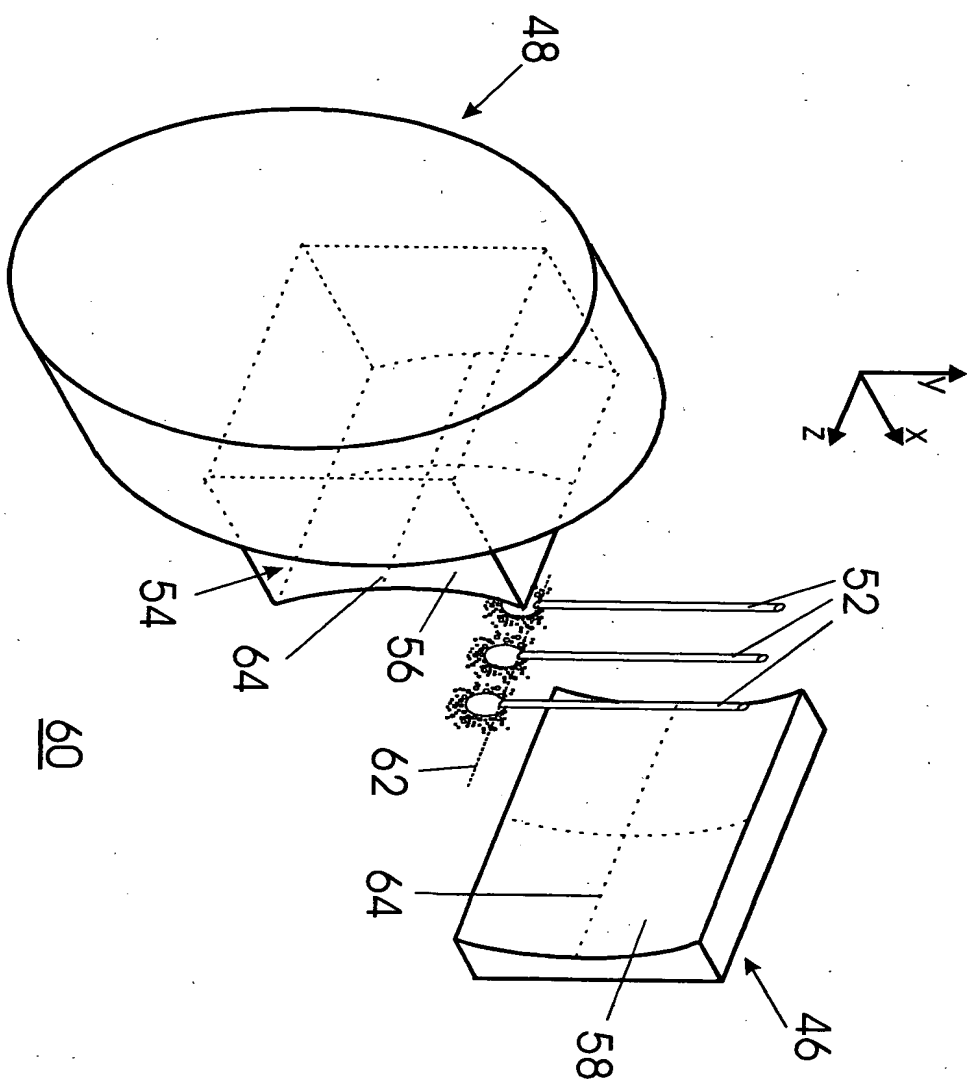


Fig. 4

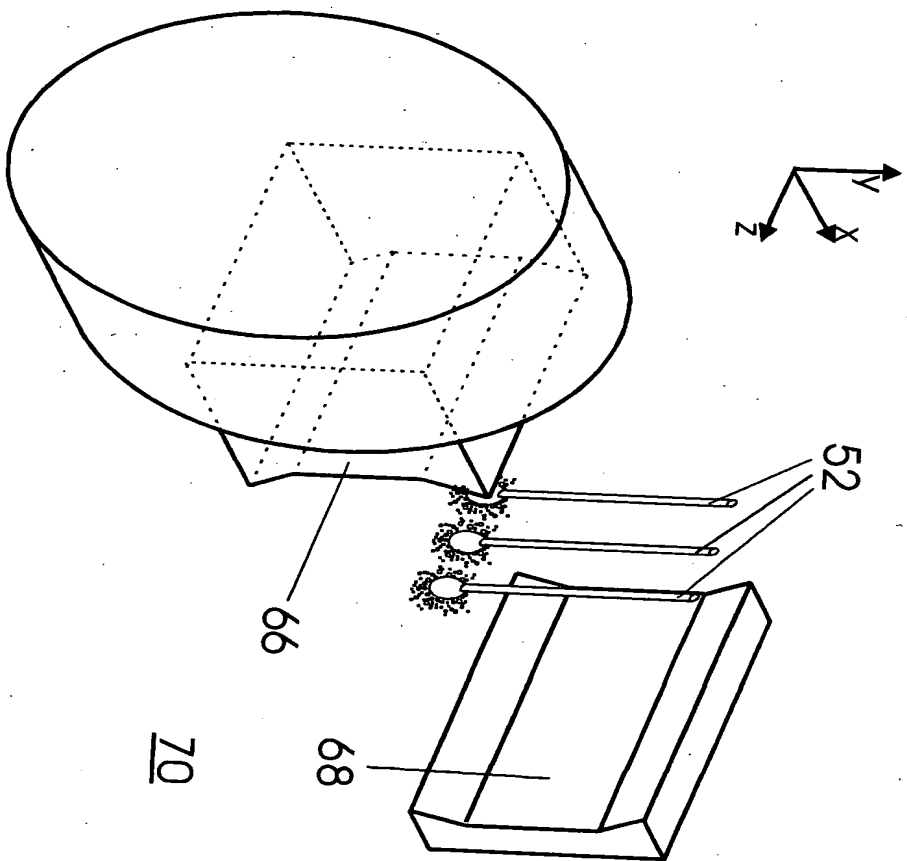


Fig. 5

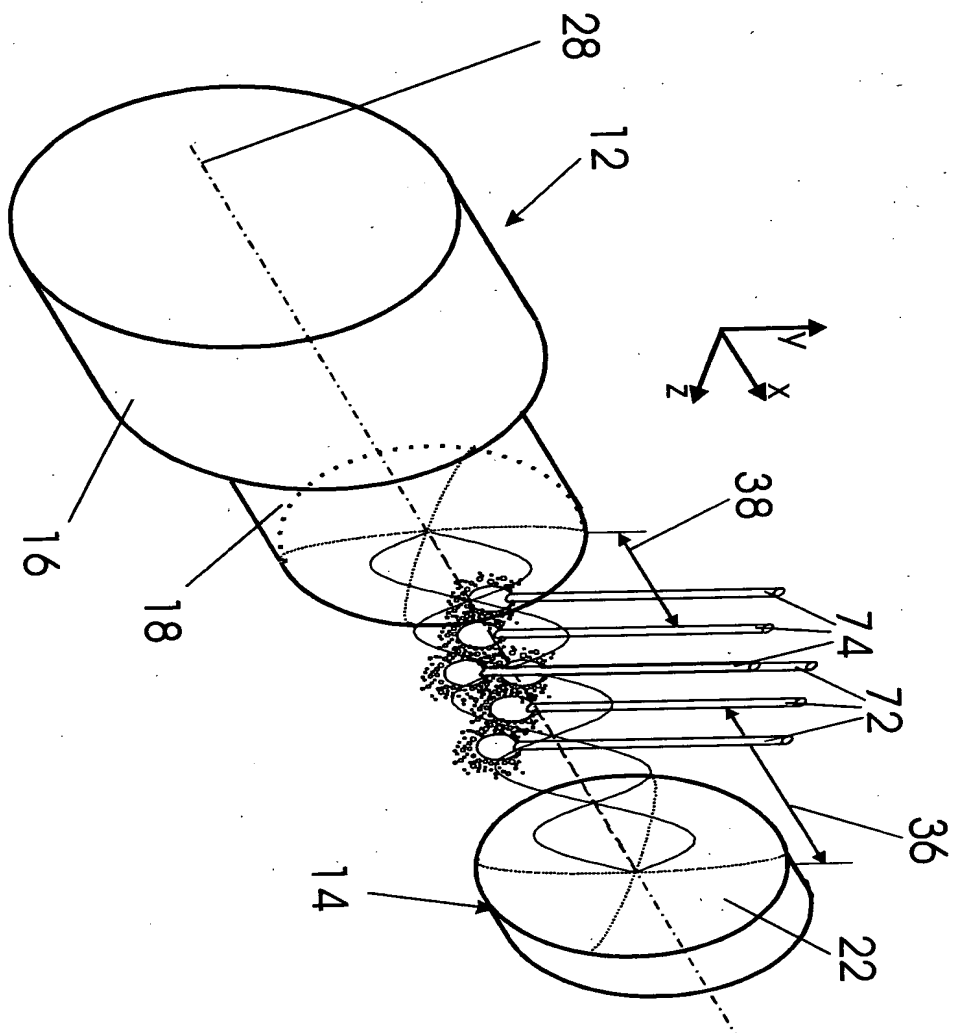


Fig. 6